机器人手术在胰腺外科中的运用

胡海洁[1]， 张永琼，李富宇

四川大学华西医院胆道外科，成都 610041

通信作者：李富宇，电话：028-85422465；邮编：lfy_74@hotmail.com

【摘要】随着外科手术技术的提高和腹腔镜及机器人外科技术的发展，目前腹腔镜或机器人手术越来越多的运用于胰腺肿瘤患者中；与传统腔镜相比较，机器人价格昂贵、在吻合和重建方面优势明显。笔者目前回顾分析了机器人辅助治疗胰腺肿瘤的安全性、可行性；旨在为胰腺肿瘤的治疗提供新的依据和思路。

【关键词】胰腺肿瘤；机器人外科；微创外科。

Hai-Jie Hu, Yon g-Qiong Zhang, Fu-Yu Li

Department of Biliary Surgery, West China Hospital of Sichuan University, Chengdu 610041, Sichuan Province, China

Corresponding Author: Fu-Yu Li Tel.: 028-85422465， E-mail: lfy_74 @hotmail.com.

【**Abstract**】With the improvement of surgical technique and the development of laparoscopic and robotic surgery technology, more and more laparoscopic or robot-assisted surgeries are used in patients with pancreatic cancer. Compared with the traditional laparoscopic surgery, the robot assisted surgery is expensive, with the obvious advantages in terms of anastomosis and reconstruction. The author reviewed

[1]基金项目：国家自然科学基金（30801111）；四川省科技计划项目（2014SZ0002-10）

the safety and feasibility of robot assisted surgery in pancreatic cancer so as to provide a new basis and method for the treatment of pancreatic cancer.

【Key words】 Pancreatic cancer; Robotic surgery; Minimally invasive surgery

引言

胰腺癌是一种高度恶性、高侵袭性、预后极差的致死性肿瘤，且逐年发病率呈上升趋势，目前已占恶性肿瘤死亡原因的第四位[1, 2]。由于胰腺位置深在、周围毗邻许多大血管和胃、十二指肠等重要脏器，并且胰腺癌生物学行为较独特，易于早期出现淋巴结浸润和周围重要脏器、动静脉及神经侵犯；因此胰腺手术涉及的脏器和血管往往较多，具有高风险和高术后并发症，这也使得胰腺手术是目前肝胆外科中仅次于肝移植和肝门部胆管癌的高难度手术之一[3, 4]。尽管如此，目前根治性切除仍是治愈患者和提高患者生存的唯一方式；然而即使根治手术之后，据报道，5 年生存率常不超过 20%[5]。目前根据患者肿瘤部位的不同，手术方式也有一定的差异：对于胰头部及勾突的肿瘤，往往采用根治性胰十二指肠切除术（即 Whipple 手术）；而对于胰体尾部的肿瘤，则通常采用胰体尾切除术（联合或不联合脾脏切除）。

随着外科手术技术的提高和腹腔镜及机器人外科技术的发展，目前腹腔镜或机器人手术越来越多的运用于胰腺癌患者中。从 1994 年 Gagner 等[6]报道了第一例腹腔镜胰十二指肠切除术及 1996 年 Cuschieri[7]报道了第一例腹腔镜胰体尾切除术开始，腹腔镜胰腺手术经历了从备受争议到目前广泛被大众接受的过程。目前已经有大样本的关于腹腔镜胰十二指肠切除术联合血管切除治疗胰腺癌的报道[8, 9]。与传统开腹手术相比较，腹腔镜手术具有创伤小、恢复快、住院时间短等优势[10]，但是其受制于二维视觉、缺乏触觉敏感等的限制，一些更为精细的操

作显得尤为困难，目前仍有很多问题亟待解决。2003 年，Melvin 等[11]报道了第一例达芬奇机器人辅助下胰腺癌根治术；与普通腹腔镜手术相比，达芬奇机器人系统能够提供放大的三维可视化的操作视野和灵巧的机械手臂，使得消化道重建技术能够准确的进行，极大地提高了手术的安全性和可行性[12]。笔者目前回顾分析了机器人辅助治疗胰腺肿瘤的安全性、可行性；旨在为胰腺肿瘤的治疗提供新的依据和思路。

机器人胰十二指肠切除术

目前一些大样本的研究报道了机器人胰十二指肠切除术，详见表 1。总体而言，该技术是安全和有效的。Giulianotti 等[13]于 2010 年报道了 60 例机器人胰十二指肠切除术的病例，其中 45 例最终诊断为腺癌，平均手术时间为 421 min，平均出血量为 394 mL；胰瘘发生率为 31.7%，术后 91.7%的患者获得 R0 切缘。Buchs 等[14]描述了 44 例机器人胰十二指肠切除术的病例，中转开腹率为 4.5%（n=2）；与开腹组相比较，平均手术时间（444±93.5 min VS. 559 ± 135 min）、术中出血量（387 ± 334 mL vs. 827 ± 439 mL）均较开腹组少（P=0.0001）；术后总体并发症（36.4% vs. 48.7%）、胰瘘率（18.2% vs. 20.5%）等各方面均没有统计学差异，最后 3 例患者出现切缘阳性，这表明机器人胰十二指肠切除是安全的和有效的。Zhou 等[15]研究结果同样发现机器人手术组患者的总体并发症发生率（25% vs. 75%； P=0.05）、胰瘘率（25% vs. 37.5%）较开腹组低；最终 R0 切除率为 87.5%。Chalikonda 等[16]在 2012 年同样比较了 30 例机器人手术和 30 例开腹手术的优缺点：其中机器人组平均手术时间为 476 min，略长于开腹组（366.48 min； P<0.005），术中出血量为 485 mL；略少于开腹组（775 mL），但

两者无统计学差异（p = 0.13）； 并且机器人治疗组的住院时间也低于开腹组（9.79 天 vs. 13.26 天； P=0.043）。最终机器人组中 9 例（30%）患者出现术后并发症，其中 2 例（6.7%）患者出现术后胰瘘；而开腹组 13 例患者（46%）患者出现术后并发症，5 例（16.7%）患者出现胰瘘；明显高于机器人组。Zeh 等 [17] 在同年同样报道了 50 例机器人手术，其中 37 例术后最终病理证实为恶性，患者平均住院时间为 10 天，Clavien III/IV 以上的并发症发生率为 30%，胰瘘率为 22%，中转开腹率为 16%。2015 年，Chen 等 [18] 报道了 60 例该类患者病例，其中平均手术时间为 445 min，术中出血量为 500 mL；平均住院天数为 20 天；21 例患者出现术后并发症，其中 8 例（13.3%）患者出现术后胰瘘；术后 R0 切缘概率为 97.6%。 同年，Boone 等 [19] 也纳入了 200 例机器人胰十二指肠切除术的患者，其中 120 例患者最终诊断为恶性，总体并发症发生率为 67%，约 6.9%的患者出现了胰瘘，平均住院时间为 9 天，而 91.7%的患者术后达到了 R0 切除。Polanco 等 [20] 在 2016 年同样报道了 150 例机器人手术患者，其中平均手术时间为 515.1±106 min，平均失血量为 300ml，平均住院时间为 9 天，术后约有 123 例患者考虑为恶性肿瘤。同年，Cunninham 等 [21] 和 Boggi 等 [22] 也有类似的报道，前者包含 96 例患者而后者包含 83 例患者，前者平均手术时间和术中出血量分别是 356.6 - 363.5 min 和 150 - 225 ml；而后者手术时间为 527.2±166 min；在术后并发症方面，前者报道了胰瘘率为 19.7%，而后者报道的总体并发症和胰瘘率分别为 73.5% 和 33.8%。可见目前关于机器人胰十二指肠切除的病例在逐年增加，该手术方式与传统开腹手术相比较，具有同样的安全性，甚至术后并发症还少于传统开腹手术；随着研究的深入和手术熟练程度的提高，手术时间、术中出血控制方面也会有极大的改善和提高。

基于目前越来越多的研究报道机器人胰十二指肠切除术，Kornaropoulos 等[23]系统地回顾分析了目前机器人胰十二指肠切除术在胰腺肿瘤中的运用，该研究包含了现有的关于该类手术的 738 例患者，结果表明，机器人手术时间大概为 356-718 min；Boone 等[19]更是报道了前 80 例机器人手术和后 120 例机器人手术也有时间差别（581 min vs. 417 min)；机器人平均手术时间明显长于开腹手术[15, 18, 22, 24, 25]，而术中失血量则少于非机器人手术[15, 24]，机器人手术中转开腹几率为 6.5-7.8%；研究表明，中转开腹率与技术掌握程度有关[22]；总体并发症为 25%-75%。其中大部分研究表明胰瘘率与开腹手术相似，而 Boggi 等[22]和 Lai 等[24]的研究表明机器人胰瘘率高于开腹患者（33% vs.16%；35% vs. 17%)。目前也有相关的 meta 分析来比较机器人手术与开腹手术在手术时间、术中出血量、术后并发症、R0 切缘情况等方面的差异[26, 27]；在 R0 切缘获得方面，机器人手术明显高于开腹手术（OR 0.40; 95% CI 0.20 - 0.77; P = 0.006)；所有纳入研究机器人手术出血量均小于开腹手术。在术后并发症方面，机器人手术患者切口感染几率较小(OR 0.18; 95% CI 0.06 - 0.53; P = 0.002).而在胃瘫(OR 0.62; 95% CI 0.26 - 1.04; P = 0.063)、再次开腹(OR 0.58; 95% CI 0.29 - 1.13; P = 0.11)、胆瘘(OR 1.20; 95% CI 0.53 - 2.74; P = 0.66)、胰瘘 (OR 0.77; 95% CI 0.49 - 1.22; P = 0.27)方面与开腹手术没有差异。此外，机器人组在住院时间方面也明显短于开腹组。可见机器人手术可以提高患者 R0 切除率；众所周知，R0 切缘是影响患者预后的重要因素，因机器人切除可获得更高的 R0 切除，因此我们推测，机器人术后患者总体生存情况可能较开腹手术好，但是还需要后续研究的证实。因机器人手术术后并发症发生率与传统开腹手术相似，基于目前该手术有较长的学

习曲线，很多中心仍处于摸索阶段，我们相信，未来更加成熟的机器人手术技术可能会进一步减少该手术的术后的并发症，从而真正体现出微创手术的价值。

综上所知，目前机器人胰十二指肠切除术正在慢慢朝着规范化、标准化的方向发展，与传统开腹手术比较，机器人手术在住院时间、术中出血等方面均有优势，而在并发症方面与传统开腹手术具有可比性，因此机器人胰十二指肠切除是安全可行和有效的。然而，目前很多关于机器人手术的报道多局限于部分大的中心，远远还没有达到普及的程度，也还有很长的学习曲线；并且当前研究多是一些回顾性的研究，缺少一些前瞻性的研究或随机对照研究；与此同时，笔者认为目前关于总体费用分析、术后无瘤生存、远期生存等方面的报道仍然较少；并且也少有研究比较机器人手术与传统腹腔镜手术的关于住院时间、出血、并发症、费用等术中、术后指标的差异，该方面的对比效用分析仍有待提高与加强，因此还需要远期进一步的研究来证实。

机器人胰体尾切除术

对于胰体尾切除术而言，脾脏的保留问题仍是一个有争议的话题；对于脾蒂未受侵犯的良性或是肿瘤较小的低分化肿瘤而言，建议保留脾脏；目前越来越多的研究表明，脾脏并不是没有功能，脾脏在免疫调控等方面发挥着巨大的作用。目前机器人手术也被慢慢运用于胰体尾肿瘤中，总体而言，基于目前该手术尚处于研究探索阶段，也往往局限在少部分大型的医疗中心，因此在与传统腹腔镜手术比较方面，手术时间仍较长，但是术后病发症等方面具有可比性，因此也是安全可行的。Kang 等[28]比较了 25 例腹腔镜胰体尾切除和 20 例机器人手术的患者，结果发现机器人组在手术时间方面长于腹腔镜组（348.7 ± 121.8 min vs. 258.2

± 118.6 min； P=0.024）； 并且机器人组的总费用也是远高于腔镜组（8,304.8 ± 870.0 USD vs. 3,861.7 ± 1,724.3 USD; P<0.001）;此外机器人组保脾率也明显较高（95% vs. 64%）;而在住院时间（7.1 ± 2.2 天 vs. 7.3 ± 3.0 天）、并发症（20% vs. 16%）等方面两者没有明显差异。Daouadi 等[29]同样对比了 30 例机器人手术和 94 例腹腔镜手术的患者，在这 30 例患者中，22 例最终诊断为恶性；与传统腹腔镜相比较，机器人手术中转开腹率（16% vs. 0%）及手术时间大大降低（372± 141 min vs. 293 ± 93 min）； 术后 R0 切缘率明显提高(64% vs. 100%)；而在术后并发症(41% vs. 46%)、胰瘘（41% vs. 46%)、住院时间(7.1 ± 4.0 天 vs. 6.1 ± 1.7 天)等方面无明显差异。2014 年，Duran 等[30]比较了 16 例机器人手术、18 例腔镜手术以及 13 例开腹手术的病例资料；机器人组的住院时间（8.87 天）明显低于开腹组（20.44 天）和腔镜组（19.16 天）；在术后并发症方面，机器人组（0%）也是远低于开腹组（46%）和腔镜组（44%）；术后患者均获得 R0 切缘。同年，Lee 等[31]比较了更大样本的病例资料，包括机器人手术（n=37）、传统腔镜手术（n=131）以及开腹手术（n=637）；机器人组平均手术时间（213 ± 55.7 min）略长于传统腔镜手术（193 ± 45.3 min）以及开腹手术（85 ± 73.3 min）；而失血量却少于两者（P<0.05）；在并发症方面，3 者并发症无明显差异（40% vs. 32% vs. 32%）；术后机器人组以及腔镜组均获为 R0 切缘。Chen 等[32]在 2015 年报道了较大数量的保脾手术，在 69 例行机器人手术的患者中，有 47 例患者最终保留了脾脏，术后约 15 例患者考虑为恶性肿瘤；在术中失血量（100 (50 - 200) mL vs. 290 (200 - 430) mL）、手术时间（150 (120 - 180) min vs. 200 (168 - 252) min; P<0.001）、住院时间方面（11.6 ± 6.6 天 vs. 14.7 ± 8.4 天； P=0.023）均较传统腹腔镜手术有改善；而在总

体并发症（P=0.808）和胰瘘率(0.376)方面则是于传统腔镜组相似。Xourafas 等 [33] 的一篇 2017 年的报道比较了美国外科医师学会国家外科质量改进计划（ACS-NSQIP)从2014年1月到12月收集的多中心的、前瞻性的关于开腹(n=921)、传统腔镜（n=694)、机器人手术（n=200）的优缺点；与开腹手术相比较，机器人手术患者肿瘤分化程度往往较低(P = 0.0192)、手术时间较长(P = 0.0030)、平均住院时间明显缩短(P < 0.0001)、术后 30 天的并发症率也明显降低(P = 0.0476)。与传统腔镜手术相比较，机器人手术同样手术时间较长(P＜0.0001)、术中联合血管切除比例较低(P = 0.0487)、中转开腹几率较低(P =0.0068)。目前也有相关的系统回顾和 meta 分析比较机器人手术与腹腔镜手术的优缺点 [34-37]；两者在手术时间（P = 0.0001；I^2=86)、术中失血量（P=0.01；I^2=93)、保脾率（P<0.001，I^2 = 2%)、住院时间（P=0.01，I^2 = 49%）等方面有明显统计学差异；而在术后并发症（P=0.35)、中转开腹（P=0.44)、术后切缘（P=0.1)、清扫淋巴结数目（P=0.22）等方面则没有统计学差异。

综上可知，机器人胰体尾切除也是安全可行的，机器人手术在术后并发症、中转开腹、淋巴结清扫、手术切缘等方面和传统腹腔镜手术具有可比性；甚至住院时间和术中失血方面低于腔镜手术，而保脾率却大大提高；因此，机器人胰体尾切除仍有较大的前景和较高的价值，未来前景可观。但目前研究多为回顾性，同样缺乏一些大样本的、前瞻性、多中心的研究。也同样缺乏关于远期生存的报道，关于费用的报道也是较少的；并且在费用方面机器人手术可能一直是困扰医生和患者的难题；但是我们相信未来随着机器人成本的降低和随之手术费用的降低，机器人手术可能出现较大程度的普及与应用。

机器人全胰切除术

对于肿瘤广泛侵犯胰腺的患者在排除其他手术禁忌症之后也可采用全胰切除术，随着外科手术的提高，全胰切除的并发症和死亡率均较前明显降低。目前也有类似机器人手术的报道；Giulianotti 等[38]在 2011 年时候报道了 5 例机器人全胰切除的患者，平均手术时间为 456 (300-560) min；平均失血量为 310 (50-650) mL； 术后平均住院时间为 7 天，其中 2 例患者出现术后并发症。Zureikat 等于 2013 年报道了 5 例该类患者，其中该 5 例患者术后均出现并发症，1 例患者出现中转开腹；平均住院时间为 10 天。2015 年 Boggi 等比较了 11 例机器人全胰切除患者和同期 11 例开腹全胰切除患者，其中机器人组中转开腹率为 0；平均手术时间长于开腹手术(600 vs. 469 min; p = 0.014)；术中失血量少于开腹手术 (220 mL vs. 705 mL; p = 0.004)；两者住院时间（27 (12 - 88) 天 vs. 17 (12 - 34) 天)、术后并发症（63.6% vs. 45.4%）等方面均没有统计学差异。基于目前关于机器人全胰切除病例较少，未来还需更大样本的数据来验证其可行性与安全性。

机器人胰中段切除术

对于部分内分泌肿瘤或低度恶性的肿瘤，我们也可采取胰腺中段切除术；目前也有少量关于该类机器人手术的报道[13, 39-42]；Zureikat 等[42]描述了 13 例机器人胰腺中断切除的患者，其中术后死亡率为 0%，但术后并发症为 100%；平均手术时间为 394 min，有两例患者中转开腹。Chen 等[40]近期关于开腹胰腺中段切除（n=50）与机器人胰腺中段切除（n=50）两者对比的 RCT 研究表明：机器人组的手术时间（160 min vs. 193 min; P=0.002)、术中失血量(50 mL vs. 200 mL;

P<0.001)、住院时间(15.6 ± 4.6 天 vs. 21.7 ± 12.7 天)均低于开腹手术。而术后并发症、术后胰瘘发生率均没有统计学差异。目前关于机器人胰腺中段切除病例仍较少，需要后期的研究来进一步证实其安全性。

机器人手术在胰腺肿瘤中的展望

虽然目前越来越多的关于机器人胰腺肿瘤手术的报道，但是由于手术方式及操作路径与传统手术方式的不同，目前还有诸多亟待解决的问题；目前机器人手术的应用多局限在一些早期肿瘤患者上面，仍有大部分患者不适合做机器人手术；并且关于当前很多机器人手术的报道均集中在小部分的医疗中心，真正的普及和发展还有很长的学习曲线；再有关于远期疗效方面的研究也应该更深入。基于我国发展中国家的国情，目前机器人手术操作费用似乎较为昂贵，但也有学者表明机器人术后病人康复快，总体费用和开腹手术相差不大。笔者认为，未来科学应更致力于降低机器人操作系统费用方面发展。与传统腔镜相比较，机器人价格昂贵、在吻合和重建方面优势明显，而在切除方面则与传统腔镜没有优势；因此，传统腹腔镜和达芬奇机器人系统联合运用的杂交手术也是可行的。此外成熟开展该项手术的中心对一些尚未开展、将要开展或者处于开展早期的中心的传帮带作用也显得格外重要，多形式的机器人胰腺手术论坛对大家提高操作系统的认知、分享经验和治疗得失方面也很重要，对促进共同进步很有帮助。随着微创外科的飞速发展和精准外科理念的提出，随着多学科团队的建立及快速康复外科理念的运用，我们相信未来越来越多的中心能够开展机器人胰腺肿瘤手术，机器人辅助下胰腺肿瘤手术未来前景定会是一片光明。

表 1 关于目前大样本的机器人胰十二指肠切除术的文献回顾

作者	年份	病人数目	恶性数目	手术时间(分)	出血量（mL）	中转率	并发症	胰漏率	住院天数	R0 切缘
Buchs	2011	44	33	444±93.5	387±334	4.5	36.4	18.2	13	93.2
Chalikonda	2012	30	14	476.2	485.8	12	30	6.7	9.79	100.0
Zhou	2011	8	8	718±186	153±43		25	25	16.4±4.1	87.5
Giulianotti	2010	60	45	421	394	11	-	31.7	22.2	91.7
Zeh	2012	50	37	568	350	16	30*	22	10.0	89
Lai	2012	20	15	491.5 ± 94	247	5	50	35	13.7	73.3
Narula	2010	5	1	420	-	60	0	0	9.6	100
Baker	2015	32	22	527.4 ± 87.7	467 ± 452.3	15	40.7	7.4	10.1 ± 5.8	74
Chen	2015	60	38	445	500±200	3.3	35	13.3	20	97.6
Cunninham	2016	96	43	356.6–363.5	150–225	-	18.8	19.7	7.7–6.8	-
Polanco	2016	150	123	515.1±106	300	7.3	-	17.3	9 (4–87)	-
Boggi	2016	83	79	527.2±166	-	13.3	73.5	33.8	17(14–26)	87.5
Macedo	2011	5	4	640	-	20	-	-	25.8 (12–52)	-
Radhid	2015	21	17	681	200	9.5	42.8	-	12	100
Boone	2015	200	120	417 ± 78	250	3.3	67	6.9	9 (7–14)	91.4

*Clavie III/IV

表 2 关于目前大样本的机器人胰体尾切除术的文献回顾

作者	年份	病人数目	恶性数目	保脾数目	手术时间(分)	出血量（mL）	中转率	并发症	胰漏率	住院天数	费用（美元）	R0 切缘
Waters	2010	17	-	11	298	681	12	18	0	4	10588	100
Kang	2010	20	-	19	258.2±118.6	372± 341.5	-	20	-	7.1 ± 2.2	8300	-
Daouadi	2013	30	22	2	293 ± 93	150	0	66	46	6.1 ± 1.7	-	100
Giulianotti	2010	46	18	23	421	394	6.5	-	19.6	9.3	-	100
Duran	2014	16	12	2	315 ± 62	100	12.5	0	0	8.87	-	100
Lee	2014	37	12	3	213 ± 55.7	193	38	43*	8	5（5-8）	-	100
Chen	2015	69	15	47	150(120-180)	100(50-200)	0	40.6	24.6	11.6 ± 6.6	-	100
Butturini	2015	22	3	6	265(145–420)	-	4.5	-	50	7 (4–28)	-	100
Zureikat	2013	83	60	-	256 ± 93	50-300	2	72.3	43	6 (4–12)	-	97
Xourafas	2017	200	108	16	243	-	8	37	21	5 (0–36)	-	-
Lai	2015	17	4	9	221.4 ±73.2	100.3	0	47.1	41.2	11.4±6.9	-	100

* Clavie II/III/IV

参考文献

1. Siegel RL, Miller KD, Jemal A. Cancer statistics [J]. *CA Cancer J Clin*, 2016, 66:7-30.
2. 赵玉沛. 重视胰腺癌的多学科诊疗 [J]. *中华外科杂志*, 2016,54:801-803.
3. 杨尹默, 赵玉沛. 目前胰腺癌外科治疗应重视的几个问题[J]. *中华外科杂志*, 2016, 54(6):401-403.
4. 王成锋. 微创外科在胰腺癌治疗中的应用 [J]. *中国微创外科杂志*, 2006, 6:328-330.
5. Kondo N, Murakami Y, Uemura K, et al. Prognostic impact of perioperative serum CA 19-9 levels in patients with resectable pancreatic cancer [J]. *Ann Surg Oncol*, 2010, 17:2321-9.
6. Gagner M, Pomp A. Laparoscopic pylorus-preserving pancreatoduodenectomy [J]. *Surg Endosc*, 1994, 8:408-10.
7. Memeo R, Sangiuolo F, de Blasi V, et al. Robotic pancreaticoduodenectomy and distal pancreatectomy: State of the art [J]. *J Visc Surg*, 2016, 153:353-359.
8. Kendrick ML, Cusati D. Total laparoscopic pancreaticoduodenectomy: feasibility and outcome in an early experience[J]. *Arch Surg*, 2010, 145:19-23.

9. Kendrick ML, Sclabas GM. Major venous resection during total laparoscopic pancreaticoduodenectomy [J]. *HPB (Oxford),* 2011, 13:454-8.

10. 牟一平, 金巍巍. 腹腔镜手术治疗胰腺癌的现状与展望[J]. *中华消化外科杂志,* 2016, 15:872-877.

11. Melvin WS, Needleman BJ, Krause KR, et al. Robotic resection of pancreatic neuroendocrine tumor[J]. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A,* 2003, 13:33-6.

12. 张人超, 金巍巍, 牟一平. 开放、腹腔镜及机器人胰十二指肠切除术评价与合理选择[J]. *中国实用外科杂志,* 2016, 36:854-857.

13. Giulianotti PC, Sbrana F, Bianco FM, et al. Robot-assisted laparoscopic pancreatic surgery: single-surgeon experience [J]. *Surg Endosc,* 2010, 24:1646-57.

14. Buchs NC, Addeo P, Bianco FM, et al. Robotic versus open pancreaticoduodenectomy: a comparative study at a single institution [J]. *World J Surg,* 2011, 35:2739-46.

15. Zhou NX, Chen JZ, Liu Q, et al. Outcomes of pancreatoduodenectomy with robotic surgery versus open surgery[J]. *Int J Med Robot*, 2011, 7:131-7.

16. Chalikonda S, Aguilar-Saavedra JR, Walsh RM. Laparoscopic robotic-assisted pancreaticoduodenectomy: a case-matched comparison with open resection [J]. *Surg Endosc,* 2012,

26:2397-402.

17. Zeh HJ, Zureikat AH, Secrest A, et al. Outcomes after robot-assisted pancreaticoduodenectomy for periampullary lesions［J］. *Ann Surg Oncol,* 2012, 19:864-70.

18. Chen S, Chen JZ, Zhan Q, et al. Robot-assisted laparoscopic versus open pancreaticoduodenectomy: a prospective, matched, mid-term follow-up study［J］. *Surg Endosc,* 2015, 29:3698-711.

19. Boone BA, Zenati M, Hogg ME, et al. Assessment of quality outcomes for robotic pancreaticoduodenectomy: identification of the learning curve［J］. *JAMA Surg,* 2015, 150:416-22.

20. Polanco PM, Zenati MS, Hogg ME, et al. An analysis of risk factors for pancreatic fistula after robotic pancreaticoduodenectomy: outcomes from a consecutive series of standardized pancreatic reconstructions［J］. *Surg Endosc,* 2016, 30:1523-9.

21. Cunningham KE, Zenati MS, Petrie JR, et al. A policy of omitting an intensive care unit stay after robotic pancreaticoduodenectomy is safe and cost-effective［J］. *J Surg Res,* 2016, 204:8-14.

22. Boggi U, Napoli N, Costa F, et al. Robotic-Assisted Pancreatic Resections［J］. *World J Surg,* 2016, 40:2497-506.

23. Kornaropoulos M, Moris D, Beal EW, et al. Total robotic pancreaticoduodenectomy: a systematic review of the literature［J］. *Surg Endosc,* 2017,31:4382-4392.

24. Lai EC, Yang GP, Tang CN. Robot-assisted laparoscopic pancreaticoduodenectomy versus open pancreaticoduodenectomy--a comparative study [J]. *Int J Surg,* 2012, 10:475-9.

25. de Vasconcellos Macedo AL, Schraibman V, Okazaki S, et al. Treatment of intraductal papillary mucinous neoplasms, neuroendocrine and periampullary pancreatic tumors using robotic surgery: a safe and feasible technique [J]. *J Robot Surg,* 2011, 5:35-41.

26. Shin SH, Kim YJ, Song KB, et al. Totally laparoscopic or robot-assisted pancreaticoduodenectomy versus open surgery for periampullary neoplasms: separate systematic reviews and meta-analyses [J]. *Surg Endosc,* 2016, 9, 3459 - 3474.

27. Peng L, Lin S, Li Y, et al. Systematic review and meta-analysis of robotic versus open pancreaticoduodenectomy[J]. *Surg Endosc*, 2017, 31:3085-3097.

28. Kang CM, Kim DH, Lee WJ, et al. Conventional laparoscopic and robot-assisted spleen-preserving pancreatectomy: does da Vinci have clinical advantages [J]? *Surg Endosc,* 2011, 25:2004-9.

29. Daouadi M, Zureikat AH, Zenati MS, et al. Robot-assisted minimally invasive distal pancreatectomy is superior to the laparoscopic technique [J]. *Ann Surg,* 2013, 257:128-32.

30. Duran H, Ielpo B, Caruso R, et al. Does robotic distal pancreatectomy surgery offer similar results as laparoscopic and

open approach? A comparative study from a single medical center [J]. *Int J Med Robot,* 2014, 10:280-5.

31. Lee SY, Allen PJ, Sadot E, et al. Distal pancreatectomy: a single institution's experience in open, laparoscopic, and robotic approaches [J]. *J Am Coll Surg,* 2015, 220:18-27.

32. Chen S, Zhan Q, Chen JZ, et al. Robotic approach improves spleen-preserving rate and shortens postoperative hospital stay of laparoscopic distal pancreatectomy: a matched cohort study [J]. *Surg Endosc,* 2015, 29:3507-18.

33. Xourafas D, Ashley SW, Clancy TE. Comparison of Perioperative Outcomes between Open, Laparoscopic, and Robotic Distal Pancreatectomy: an Analysis of 1815 Patients from the ACS-NSQIP Procedure-Targeted Pancreatectomy Database [J]. *J Gastrointest Surg,* 2017,21: 1442 - 1452.

34. Huang B, Feng L, Zhao J. Systematic review and meta-analysis of robotic versus laparoscopic distal pancreatectomy for benign and malignant pancreatic lesions [J]. *Surg Endosc,* 2016, 30:4078-85.

35. Zhou JY, Xin C, Mou YP, et al. Robotic versus Laparoscopic Distal Pancreatectomy: A Meta-Analysis of Short-Term Outcomes [J]. *PLoS One,* 2016, 11:e0151189.

36. Cirocchi R, Partelli S, Coratti A, et al. Current status of robotic distal pancreatectomy: a systematic review [J]. *Surg Oncol,* 2013,

22:201-7.

37. Lai EC, Tang CN. Current status of robot-assisted laparoscopic pancreaticoduodenectomy and distal pancreatectomy: a comprehensive review [J]. *Asian J Endosc Surg,* 2013, 6:158-64.

38. Giulianotti PC, Addeo P, Buchs NC, et al. Early experience with robotic total pancreatectomy [J]. *Pancreas,* 2011, 40:311-3.

39. Zureikat AH, Nguyen KT, Bartlett DL, et al. Robotic-assisted major pancreatic resection and reconstruction [J]. *Arch Surg,* 2011, 146:256-61.

40. Chen S, Zhan Q, Jin JB, et al. Robot-assisted laparoscopic versus open middle pancreatectomy: short-term results of a randomized controlled trial [J]. *Surg Endosc,* 2017, 31:962-971.

41. Zhang T, Wang X, Huo Z, et al. Robot-Assisted Middle Pancreatectomy for Elderly Patients: Our Initial Experience [J]. *Med Sci Monit,* 2015, 21:2851-60.

42. Zureikat AH, Moser AJ, Boone BA, et al. 250 robotic pancreatic resections: safety and feasibility [J]. *Ann Surg,* 2013, 258:554-9; discussion 559-62.